R&S®DDF255
数字测向机
只用一台设备实现具有测量和分析能力的精确测向

无线电监测与测向

产品手册 | 01.00



75 Years of Driving Innovation



R&S®DDF255 数字测向机

概况

R&S®DDF255将功能强大的R&S®ESMD宽带监测接收机与高精度相关干涉仪测向体制相结合，成为具有广泛测量和分析功能的高精度宽带测向机。R&S®DDF255具有高度的集成度和可选的DC供电选件，是移动应用的最佳选择。

主要特点

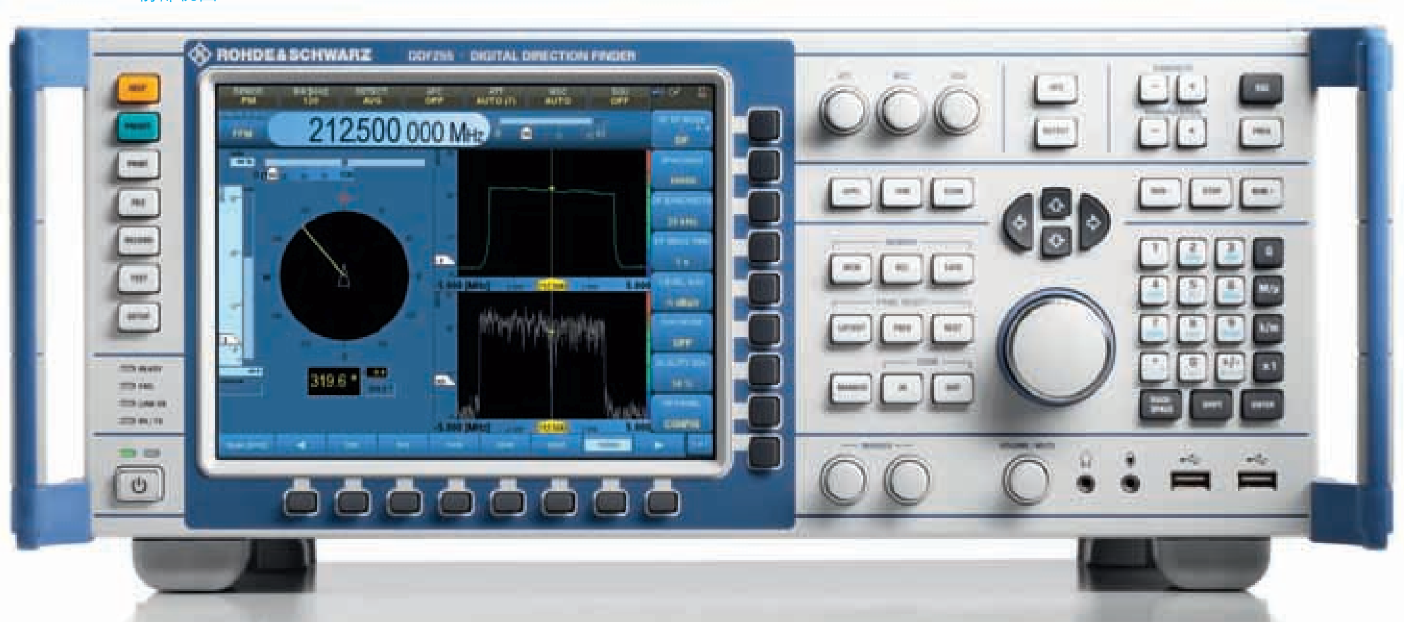
由于采用大孔径测向天线以及大量的天线振子单元，专利的测向体制能够以极高的性价比提供高度的准确性和出色的抗反射能力。

另外，还能提供宽范围的测向和分析能力，例如可选的符合ITU建议的无线电信号测向。

关键因素

- 经实践验证并被全球23个机构采用的测向体制
- 即使在恶劣的环境中（例如有50%反射的城区）依然能提供可靠的测向结果
- 具有极高性价比的高精度测向体制（专利技术）
- 可测向信号的频率范围高达6 GHz
- 利用高速全景扫描可对未知频率的极短发射进行测向（可选）
- 符合ITU建议的测向体制（可选）

R&S®DDF255 前部视图



关键特点和优点

多种应用
- 在20 MHz到3.6 GHz的频率范围内，可进行扫描速率高达100 GHz/s的高速频谱监测（9 kHz到26.5 GHz可选）
- 实时带宽达20 MHz的宽带测向，并具有可选择的频道分辨率
- 信号的显示和解调带宽可达20 MHz
- 在20 MHz到3 GHz（300 kHz到6 GHz可选）的频率范围内，符合ITU建议的高精确度测向，包括地图显示（可选）
- 包括对重要通信系统的分类、解调和解码的信号分析（可选）

▷ 第4页

性能与测向体制符合ITU建议
- R&S®DDF255能够提供全面符合ITU建议的测量方法（选件）
- 包括对频率、频偏、场强、调制、频带占用度和带宽的测量

▷ 第5页

实时带宽高达20 MHz的宽带测向
- 航空和航海所有频带的频道都能被同时显示并测量其方向
- 所有调频广播的频道都能被同时显示并测量其方向
- 通过高频道分辨率和对结果的柱状图平均，降低了频率相关的示向抖动
- 高达100跳/秒的频率捷变发射机（跳频和线性调频发射机）的方向可以被可靠确定

▷ 第6页

依靠高精度测向实现快速可靠的无线电定位
- 在VHF/UHF/SHF范围内，R&S®DDF255使用高精度相关干涉仪测向体制
- 与市场上大多数其他产品相比，R&S®DDF255使用具有大量振子单元（VHF/UHF/SHF）的测向天线，具有极高的抗反射能力。

▷ 第6页

高达6GHz测向
- R&S®DDF255能够提供高达6 GHz的高精度测向（选件）
- 可测量WLAN、WiMAX以及微波系统的信号方向

▷ 第7页

多种应用

基于R&S®ESMD数字宽带接收机的多种功能，R&S®DDF255可以提供比传统测向机更多的标准特性。通过选择恰当的选件，R&S®DDF255可以作为无线电监测和定位的完整、集成的解决方案。通过PC或笔记本对R&S®DDF255进行操作，能提供下列功能：

- 在20 MHz到3.6 GHz的频率范围内，可进行扫描速率高达100 GHz/s的高速频谱监测（9 kHz到26.5 GHz可选）
- 实时带宽达20 MHz的宽带测向，并具有可选择的频道分辨率，例如同时测量所有的广播、航空或航海无线电信号的方向
- 信号的显示和解调带宽可达20 MHz
- 在20 MHz到3 GHz（300 kHz到6 GHz可选）的频率范围内，符合ITU建议的高精确度测向，包括地图显示（可选）
- 包括对重要通信系统的分类、解调和解码的信号分析（可选）

为了实现对信号频谱和信号环境的深入分析，R&S®DDF255提供中频全景功能。全景的中心显示的是当前的接收频率。显示宽度可以根据任务需要设置在1 kHz到20 MHz之间。也可以使用最小保持、最大保持以及平均显示选项，以满足更多应用。

本机配备了128 M的RAM以及2 G的CF卡用来存储数据。使用高速USB2.0接口还可以连接外部硬盘，以提供更大的存储空间。

R&S®DDF255还可以通过LAN接口进行远程控制。为了保证可靠高速的数据传输（基带数据、扫描数据），以及控制命令的可靠传输，本接收机配备有两个1 Gbit的LAN接口。LAN接口协议符合标准的可编程仪器命令（SCPI）的语法。

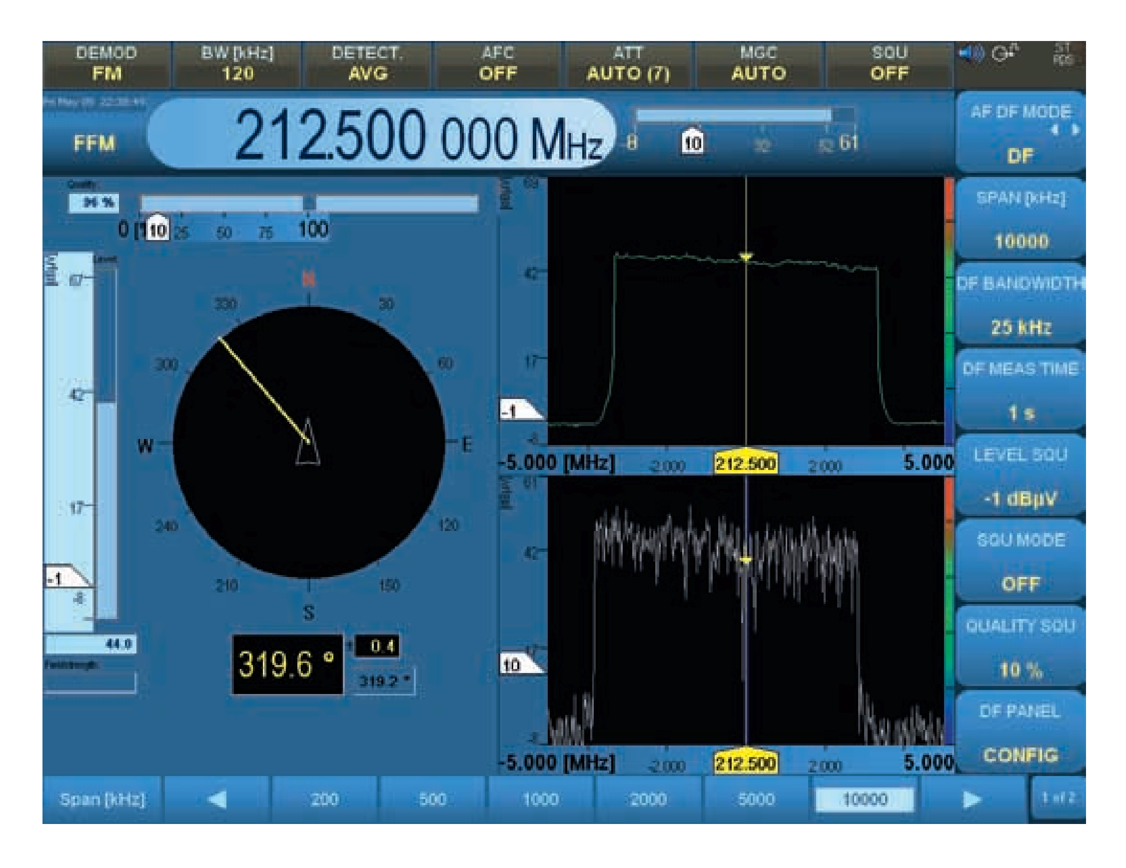
性能与测量方法符合ITU建议

R&S®DDF255不仅完全符合而且在很多方面都远远超出ITU关于监测接收机和测向机的要求。例如，R&S®DDF255接收机的抗大信号能力远远超过了ITU的建议值。（更高的截止点，更低的相位噪声）

R&S®DDF255能够提供全面符合ITU建议的测量方法（选件），

包括：

- 频率和频偏符合ITU-R SM.377
- 场强符合ITU-R SM.378
- 调制符合ITU-R SM.328
- 频率占用度符合ITU-R SM.182/SM.328（在控制电脑上）
- 带宽符合ITU-R SM.443
- 识别单声道和立体声传输的调频广播信号



R&S®DDF255图形用户界面

宽带测向，实时带宽可达20 MHz

通过应用高速信号处理技术，R&S®DDF255可以在高达20 MHz的频率范围内，实时测量所有可选分辨率的信号方向。对所有高于门限电平的信号，并行计算并显示其方向。

宽带测向可以提供很多应用，并具有很多优点：

- 航空和航海的所有频带的频道都能被实时显示并测量其方向（800个航空频道或者88个航海频道）
- 所有调频广播频道都能被实时显示并测量其方向
- 宽带信号（如DAB和DVB-T）的方向可以使用高频道分辨率进行测量。所得的方向是每个测得方向进行平均（柱状图）得到的结果。这样可对频率相关的方向抖动进行补偿
- 高达100跳/秒的频率捷变发射机（跳频和线性调频发射机）的方向可以被可靠确定

依靠高精度测向实现快速可靠的无线电定位

在VHF/UHF/SHF范围内，R&S®DDF255使用相关干涉仪测向体制

(参见技术背景章节)

与简单的振幅比较方法不同，R&S®DDF255提供符合ITU推荐的极高的A级测向精度。

如此高的测向精度依赖于对天线参考单元和其他单元之间相角的精确测量。对两个信号间相差的测量一般要求两条相干的接收路径。由于这个原因，市场上大多数干涉测向机产品都使用至少两个接收机。而对R&S®DDF255来说，两条接收路径关联在使用R&S专利技术的测向天线中。

在短波频段，使用Watson-Watt测向体制。这种体制的独特优点在于可以使用较小的测向天线。这使得R&S®DDF255在此频率范围内也可以作移动测向应用。

高达6 GHz的测向

使用全新的R&S®DDF255-SHF选件和R&S® ADD075测向天线，R&S®DDF255可以提供高达6 GHz的精确测向结果。

对高于3 GHz的频率范围，新的通信系统要求测向机能够测量高达6 GHz的信号，例如：

- WLAN
- WiMAX
- 微波系统

R&S®DDF255还能有效探测相应频段范围内的干扰。以前定位目标发射机需要使用方向可旋转的方向性天线，它在操作性和测量速度方面有很大缺陷。

R&S®DDF255能够立即显示信号方向，极大的简化了车载测向操作。在VHF/UHF范围内高度的测向精度和抗反射性能在SHF范围内也同样得以实现。

R&S®DDF255 背部视图



技术背景

单通道干涉仪测向体制

相关干涉测向法是基于对测向天线的不同天线单元之间的相差进行测量而实现的。R&S采用专利技术，能够实现单个接收机对两个天线单元的接收信号相角φ进行测量。

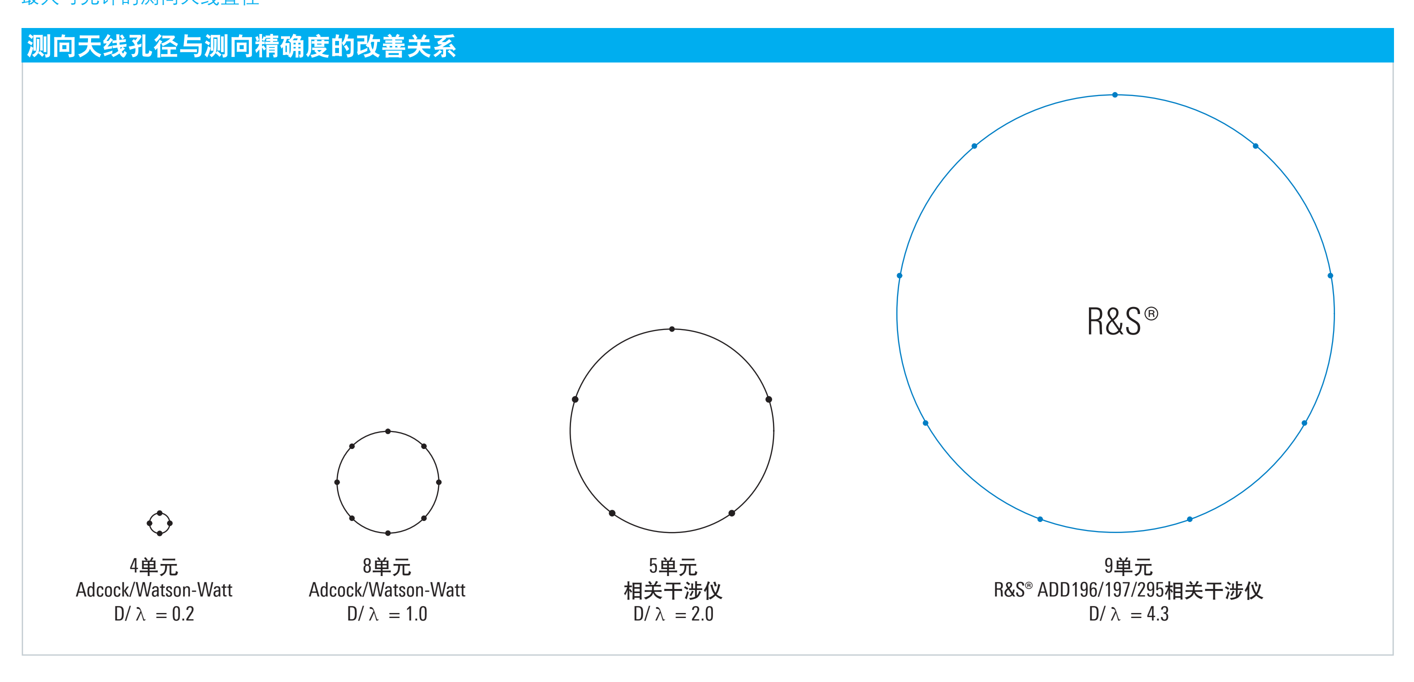
通过这种方法，一个信号通过四步移相（0°/90°/180°/270°）送入积分器，然后在每种情况下将得到的信号结果与另一个信号进行合成（参见第9页底部的图）。在每次移相之后，接收机对合成的信号幅度进行测量。将4个幅度值（A1/A2/A3/A4）的结果代入图中的公式中，即可得到两个信号间的相角。天线的所有单元都会进行上述的计算。

多单元测向天线

众所周之，在实际环境中，测向机的精度和灵敏度随着测向天线直径的增大而提高。在存在反射和弱信号的实际操作环境中，这种做法的好处会更加明显。而在产品样本中由于采用的设备和系统精度都是在理想、无反射的测向天线环境下，并且使用的是大信号以便进行比较，所以多单元测向天线的优势并没有充分体现出来。

下图显示的是R&S®DDF255使用9单元VHF/UHF天线和相关干涉仪测向体制，提供最大的测向天线以及更高的测向精确度和灵敏度。

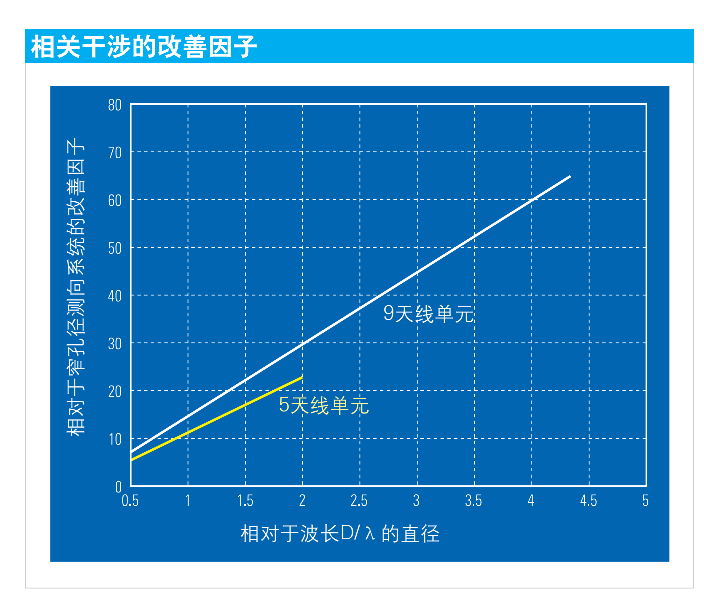
在高达50%的环境反射下
相对于明确测向结果的波长
最大可允许的测向天线直径



在50%反射条件下使用相同天线半径时测向精度的比较

频率	R&S®DDF255的测向精度	5振子单元测向机的测向精度
160 MHz	20°	21°
300 MHz	12°	12°
460 MHz	8°	100°
900 MHz	4°	150°
1.5 GHz	6°	110°
3.0 GHz	9°	160°

相关干涉的改善因子



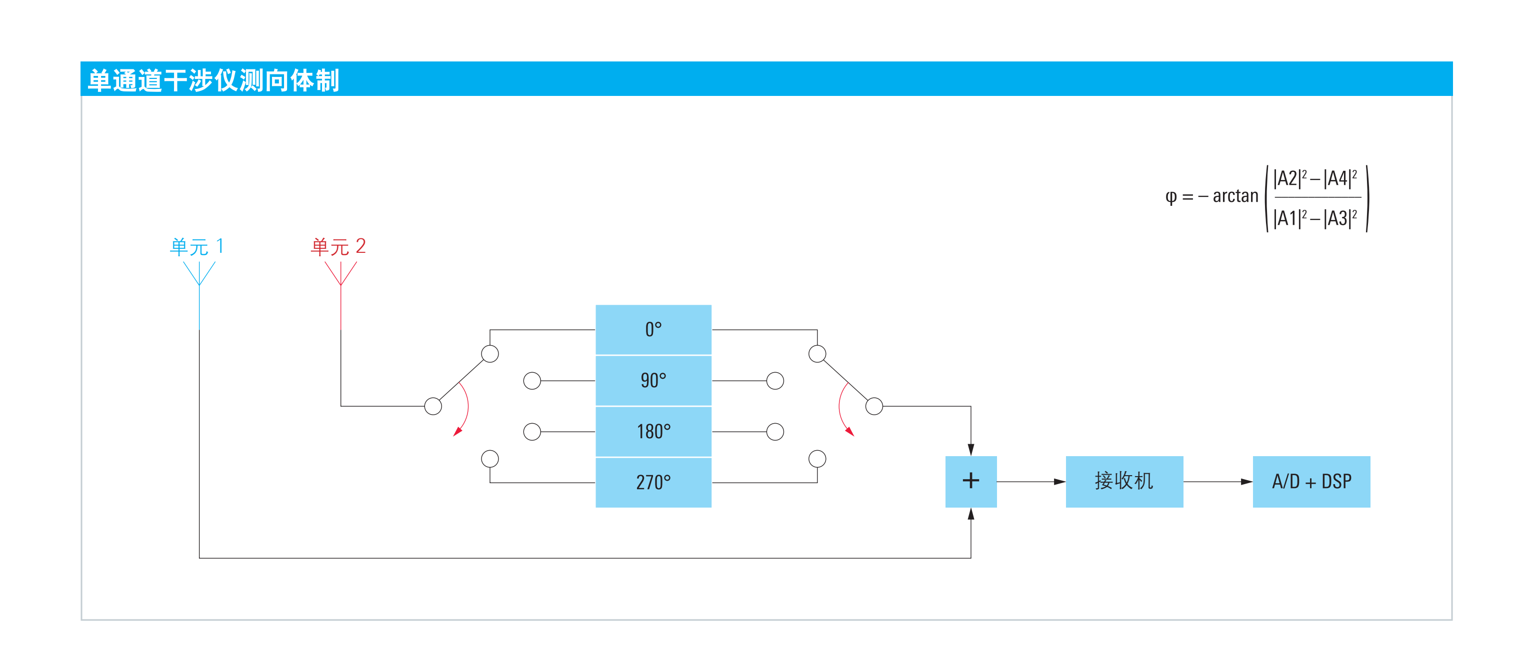
改善因子作为相关干涉仪测向天线孔径大小的函数

反射会削弱测向精度。基于设计方面的因素，一些测向天线能够提供更好的抗反射性能。

即使是在50%的输入信号反射条件下，R&S®DDF255依然能提供准确的方向测量。

这种高度抗反射性能的优点是基于使用多个天线单元实现的。例如，如果只使用五个天线单元，50%的反射将产生100°的测向误差（参见上表），此时测向机将会指向完全错误的方向。

单通道干涉仪测向体制



系统配置

HF频段范围的测向天线

R&S®ADD119

R&S®ADD119是基于Watson-Watt测向体制的HF测向天线。它包含一个交叉环和一个参考天线，置于直径大约1米的天线罩内。R&S®ADD119可以通过使用R&S®AP502Z1车辆适配器安装在车辆顶部或者安装在R&S®ADD1XTP三脚架上(参见左上图）。

VHF/UHF全频段范围的移动测向天线

R&S®ADD295

R&S®ADD295是为移动应用而优化的VHF/UHF测向天线。通过两个同心圆偶极子阵列和紧凑的天线外罩，能够覆盖全部20 MHz到3 GHz的频率范围。R&S®ADD295可以使用R&S®AP502Z1车辆适配器安装到车辆顶部。如果需要安装在桅杆上，推荐使用R&S®ADD150A适配器。

R&S®ADD119



单个测向天线的水平和垂直极化

R&S®ADD197

R&S是世界上第一个开发具有紧凑外观的水平和垂直极化测向天线的制造商。

在9个垂直极化的偶极子天线单元之间的空间中，插入了9个水平极化的环形天线，极化方式可以通过开关进行选择。这些环形天线比普通的环形线圈复杂很多，并且经过高度优化。结合经实践验证的相关干涉仪测向体制，两种极化类型都得到了超出预期的测向性能。

R&S®ADD197适用于固定或移动的应用，覆盖从20 MHz到1.3 GHz的频率范围（水平极化：40MHz到1.3 GHz）。

R&S®ADD197可以使用R&S®AP502Z1车辆适配器，以便安装到车辆顶部。如果需要安装在桅杆上，推荐使用R&S®ADD150A适配器。

对于安装高度高于地面30米以上的（高于30米的桅杆、高楼、山顶等），推荐使用R&S®ADD-LP附加避雷器。

R&S®ADD197

R&S®ADD196安装在
R&S®ADD071上面





VHF/UHF测向天线

R&S®ADD196

R&S®ADD196适用于固定或移动的应用，覆盖20 MHz到1.3 GHz的频率范围。

R&S®ADD196可以使用R&S®AP502Z1车辆适配器，以便安装到车辆顶部。为了达到最大测向精度和灵敏度，天线应该安装在桅杆上，例如在UHF测向天线上面。

对于安装在桅杆上的，推荐使用R&S®ADD150A适配器以及R&S®ADD071Z天线适配器。左上图显示的是将R&S® ADD196安装在R&S®ADD071上面的情形。

对于安装高度高于地面30米以上的（高于30米的桅杆、高楼、山顶等），推荐使用R&S®ADD-LP附加避雷器。

UHF/SHF范围内的测向天线

R&S®ADD075:
R&S生产的首款SHF测向天线

R&S推出了首款SHF测向天线R&S®ADD075。通过两个环形天线阵列，R&S®ADD075可覆盖从1.3 GHz到6 GHz的频率范围。

对于移动应用，天线可以水平安装在车辆的顶部。由于其外观紧凑，甚至可以隐藏在高出的塑料盖下面。

对于固定应用，R&S®ADD075可以与R&S®ADD196连接，安装在其下方，从而实现一个覆盖从20 MHz到6 GHz的频率范围的测向天线系统。

R&S®ADD071：
固定和半移动UHF测向天线

R&S®ADD071覆盖从1.3GHz到3GHz的频率范围，适合固定和半移动应用，更加适宜安装在桅杆上。基于R&S®ADD071的坚固设计，R&S®ADD197或R&S®ADD196天线可以安装在它上面。

这种类型的测向天线系统覆盖全部从20 MHz到3 GHz的频率范围。左下图显示了R&S®ADD071和R&S®ADD196组合起来实现半移动应用的测向天线系统。

R&S®ADD071和R&S®ADD196组合实
现半移动应用

附加避雷器

R&S®ADD-LP

R&S的所有在安装后可能遭雷击损坏的测向天线都将避雷针作为标准配置。避雷针能够将雷击安全转移，在大多数情况下可有效的防止测向天线的损坏。

然而，测向天线安装得离地越高，闪电越有可能不击到避雷针而击中测向天线的边缘，这会导致严重的损坏。

出于这个原因，对于测向天线安装高度高于30米的（高于30米的桅杆、高楼、山顶等），推荐安装R&S®ADD-LP附加避雷器。由于交叉的避雷针伸出测向天线范围，因此能防止绝大部分的雷击损坏。

天线电缆

R&S®DDF1C-x

为了将测向天线连接到R&S®DDF255测向机，有各种不同长度和频率范围的电缆组R&S®DDF1C-x可供选择。每个测向天线电缆组一般包含一根同轴射频电缆和一根控制电缆。

根据需要也可提供特别长度的电缆。

系统软件

R&S®ARGUS和R&S®RAMON

除了通过前面板控制R&S®DDF255，还可以使用R&S®ARGUS或R&S®RAMON系统软件，这使得R&S®DDF255可以集成到大型系统中。

控制接口可以供用户使用，用户可以通过专用的软件来控制R&S®DDF255。

系统要求

如果订购的R&S®DDF255没有前面板，需要一台电脑对设备进行控制。

R&S®ADD-LP附加避雷器（安装在R&S®ADD197上）



应用范例

移动无线电监测和无线电定位

R&S®DDF255非常适合用于车辆集成：

- 高集成度：只占用4个高度单位，19英寸宽，外壳紧凑
- 灵活的电源供应：R&S®DDF255可选用DC进行供电
- 前控制面板：R&S®DDF255可以使用前面板进行控制，而不需使用电脑
- 多天线输入：多个测向和/或监测天线可以连接到R&S®DDF255而不需另外的切换单元

连接到R&S®DDF255的测向和监测天线对其性能有决定性的影响。在这方面，R&S提供了符合ITU建议的为移动无线电监测和无线电定位专门要求的解决方案。

R&S®ADD295移动测向天线

以前，需要两根测向天线才能覆盖整个VHF/UHF频率范围。而且，会带来额外的反射，尤其是对于安装在车辆顶部的系统。全新的R&S®ADD295使用两个同心圆偶级子阵列覆盖整个VHF/ UHF频率范围，解决了上述问题，并且只需要原来车顶一半的空间。


安装在车辆顶部的R&S®ADD295



高达6 GHz的固定无线电监测和无线电定位

装有R&S®ADD197和R&S®ADD075测向天线的R&S®DDF255可构成一个极为强大的高达6 GHz的无线电监测和定位的固定系统。此系统不仅满足ITU建议，而且在很多方面远远超出了标准。

通过使用覆盖VHF/UHF频率范围的R&S®ADD197测向天线，可准确获取各种水平极化发射机的方向。这样，既解决了一系列的现有问题，又开启了许多前所未有的新型应用：

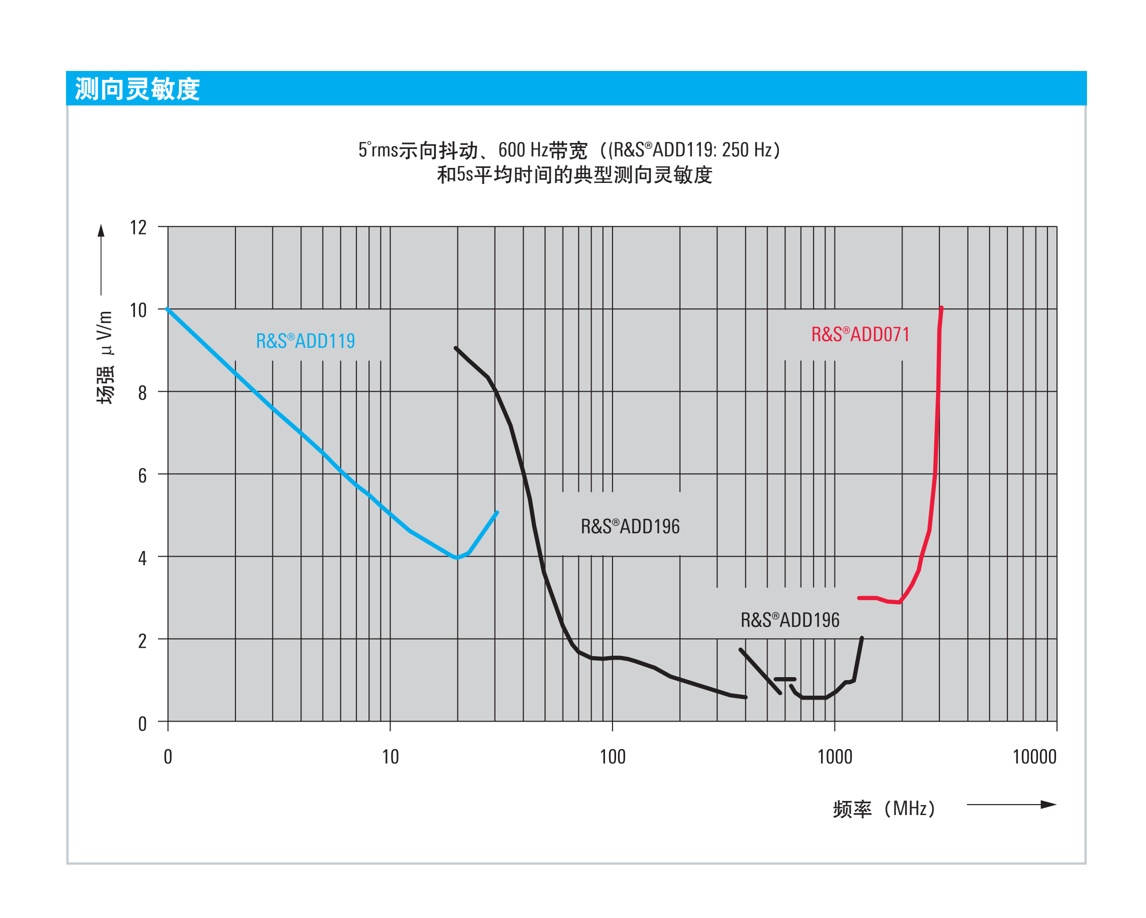
- 在有些国家，非法的广播、电视发射机信号通过桅杆上的水平极化天线进行发射。而通过垂直极化测向天线对此类发射机进行交会定位是不可能的
- 更可靠地对使用水平极化天线的故障发射和接收系统进行定位
- 公共电视和广播信号可用来对测向机进行校北及检查功能是否正常。因为这些信号始终从已知地点广播大功率、无干扰的信号，所以特别适合此类应用。这样就可以很方便的检查测向精度和进行校北

其它的监测天线可以直接连接到R&S®DDF255，从而不需使用额外的天线切换开关即可满足ITU建议。结合R&S®DDF255- ITU选件，可组成符合ITU建议的能够产生可复制、高可靠结果的无线电监测和定位系统。

简要参数

频率范围		
频率范围，接收模式	基本单元	20 MHz到3.6 GHz
	安装R&S®DDF255-SHF选件	20 MHz到26.5 GHz
	安装R&S®DDF255-HF选件	9 kHz到3.6 GHz
频率范围，测向模式	基本单元	20 MHz到3 GHz
	安装R&S®DDF255-SHF选件	20 MHz到6 GHz
	安装R&S®DDF255-HF选件	300 kHz到3 GHz
测向模式		
测向体制	VHF/UHF/SHF范围	相关干涉仪
	HF范围	Watson-Watt
测向精度	频率范围1 MHz到30 MHz	2°rms
	频率范围30 MHz到80 MHz	≤2°rms，典型1°rms
	频率范围80 MHz到1.3 GHz	1°rms
	频率范围1.3 GHz到3 GHz	≤2°rms，典型1°rms
宽带测向的实时带宽		高达20 MHz
测向灵敏度	频率相关	见图
接收模式		
分析/解调的实时带宽		高达20 MHz
扫描速度	安装R&S®DDF255-PS选件	高达100 GHz/s

测向灵敏度



选件

R&S®DDF255-DC DC/DC 转换器

R&S®DDF255可以选择使用DC供电。此选件能够提供足够宽的电压范围以满足几乎所有的应用。例如，安装R&S®DDF255-DC 选件后，R&S®DDF255可以直接连接至车辆的供电系统。

R&S®DDF255-SHF 选件

R&S®DDF255-SHF可将R&S®DDF255的频率范围向上扩展。频率上限由下列操作模式决定：

- 测向模式： 6 GHz
- 接收模式： 26.5 GHz

要使用此选件，另外需要相应频率范围的测向和/或接收天线。

R&S®DDF255-HF 选件

R&S®DDF255-HF可将R&S®DDF255的频率范围向下扩展。频率下限由下列操作模式决定：

- 测向模式：300 kHz
- 接收模式：9 kHz

要使用此选件，另外需要相应频率范围的测向和/或接收天线。

R&S®DDF255-IM ITU 测量软件

R&S®DDF255-IM选件将R&S®DDF255扩展为可以提供一系列符合ITU建议的测量方法。包括：

- 频率和频偏符合ITU-R SM.377
- 场强符合ITU-R SM.378
- 调制符合ITU-R SM.328
- 频率占用度符合ITU-R SM.182/SM.328（在控制电脑上）
- 带宽符合ITU-R SM.443
- 识别单声道和立体声传输的调频广播信号

要使用这些符合ITU建议的选件，建议使用适合的接收天线。

R&S®DDF255-SL 选呼/寻呼解码器

R&S®DDF255-SL选件支持多种可选择的呼叫方法的解码和寻呼的解调。

支持下列选呼方法：CCIR1, CCIR7, CCITT, EEA, EIA, EURO, DCS, DTMF, CTCSS, NATEL, VDEW, ZVEI1, ZVEI2。
其他方法可根据需求提供。

结果显示在设备的显示屏上或者外部控制的电脑上。

R&S®DDF255-PS 全景扫描

安装了R&S®DDF255-PS选件后，R&S®DDF255在用户定义的频率范围内进行最大速度的扫描（不测向）。通过全景扫描，可以对频谱占用情况进行快速查看。任何由非法无线电服务、干扰源、临时发射等引起的变化都能被立即识别。还可使用标记功能对目标信号进行方向测定、解调和分析。

可通过对FFT计算的分辨率进行设置以适应不同的无线电业务的信道间隔。FFT扫描可以以窄的分辨率带宽和高灵敏度提供高速扫描。

R&S®DDF255-COR 测向误差修正

安装R&S®DDF255-COR选件可以使R&S®DDF255通过比较数据表来进行误差修正。

尤其在移动测向应用中，测向精度经常由于车辆反射而降低。通过使用适当的修正，测向精度可以得到很大程度的提高。出于这个目的，将测向车辆置于于以10°为步进，从所有方向在整个频率范围进行测量的试验信号场中。将所有频率的测量结果作为修正数据表生成并存储在R&S®DDF255的内部存储中。数据表包含了每次测量的正确的测向数值。通过这种方法，可以修正大部分测向误差。

订购信息

基本单元和选件

名称	型号	订货号
基本单元（包括供应的附件如电源线、手册等）		
数字测向机，无前控制面板	R&S®DDF255	4067.9240.02
数字测向机，有前控制面板	R&S®DDF255	4067.9240.03
硬件选件		
DC/DC转换器	R&S®DDF255-DC	4066.4000.03
SHF选件	R&S®DDF255-SHF	4066.4200.03
HF选件	R&S®DDF255-HF	4066.4100.03
软件选件		
ITU测量软件	R&S®DDF255-IM	4066.4400.03
全景扫描	R&S®DDF255-PS	4066.4500.03
选呼/寻呼解码器	R&S®DDF255-SL	4066.4600.03
测向误差修正	R&S®DDF255-COR	4068.0201.02

系统组件

名称	型号	订货号
HF测向天线	R&S®ADD119	4053.6509.02
VHF/UHF测向天线	R&S®ADD196	4077.3000.02
双极化测向天线	R&S®ADD197	4068.1450.02
VHF/UHF宽带测向天线	R&S®ADD295	4070.9002.02
UHF测向天线	R&S®ADD071	4043.6006.02
UHF/SHF测向天线	R&S®ADD075	4069.6603.02
DF天线电缆组 适合单通道测向机，频率范围0.3 MHz到1.3 GHz	R&S®DDF®1C-1	4077.6009.xx
DF天线电缆组 适合单通道测向机，频率范围0.3 MHz到3 GHz	R&S®DDF®1C-5	4077.7005.xx
DF天线电缆组 适合单通道测向机，频率范围0.3 MHz到6 GHz	R&S®DDF®1C-7	4077.8001.xx
雷电保护	R&S®ADD-LP	4069.6010.02
桅杆适配器	R&S®ADD150A	4041.2655.02
天线适配器，有电缆出口	R&S®ADD071Z	4043.7002.02
天线适配器	R&S®ADD071Z	4043.7002.03
含适配器的三角架	R&S®ADD1XTP	4063.4409.02
车辆适配器	R&S®AP502Z1	4041.2655.02
电子罗盘	R&S®GH150	4041.8501.02
GPS导航/集成惯性导航的GPS接收器（含GPS天线）	R&S®GINA	4055.6906.04

可靠的服务
- 在70个国家
- 人工应答
- 订制和灵活性
- 质量保修
- 无隐藏条款

关于罗德与施瓦茨公司

罗德与施瓦茨公司是一家致力于电子行业，独立而活跃的国际性公司，在测试及测量、广播、无线电监测、无线电定位以及保密通信等领域是全球主要的方案解决供应商。自成立 75 年来，罗德与施瓦茨公司业务遍布全球，在超过 70 个国家设立了专业的服务网络。公司总部在德国慕尼黑。

服务及支持

全球 24 小时技术支持及超过 70 个国家的上门服务，罗德与施瓦茨公司支持全球服务。公司代表了高质量、预先的服务、准时的交付--无论接到的任务是校准仪器还是技术支持请求。

联系地区

中国
800-810-8228
customersupport.china@rohde-schwarz.com

Certified Quality System
ISO 9001
DQS REG. NO 1954 QM

Certified Environmental System
ISO 14001
DQS REG. NO 1954 UM

数据单请参阅
PD 5213.9728.22
以及访问网站
www.rohde-schwarz.com

www.rohde-schwarz.com.cn

R&S®是罗德与施瓦茨公司注册商标
商品名是所有者的商标 | 中国印制
PD 5213.9728.15 | 01.00版 | 2008年12月 | R&S®DDF255
文件中没有容限值的数据没有约束力 | 随时更改